



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MILHO OBTIDAS NAS
DIFERENTES OPERAÇÕES DO BENEFICIAMENTO**

Dayana Silva de Medeiros

AREIA - PB

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MILHO OBTIDAS NAS
DIFERENTES OPERAÇÕES DO BENEFICIAMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientadora: Profa.Dra. Edna Ursulino Alves

AREIA - PB

2013

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

M488p Medeiros, Dayana Silva de.
Potencial fisiológico de sementes de milho obtidas nas diferentes operações do
beneficiamento / Dayana Silva de Medeiros. - Areia: UFPB/CCA, 2013.
48f.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2013.

Bibliografia.
Orientador: Edna Ursulino Alves.

1. Milho – Germinação 2. Sementes de milho – Análise 3. *Zea mays* – Processo de
beneficiamento I. Alves, Edna Ursulino (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA CDU: 633.15(043.2)

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE MILHO OBTIDAS NAS DIFERENTES OPERAÇÕES DO BENEFICIAMENTO

Tese aprovada em 24/5/2013

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Edna Ursulino Alves

Orientadora - CCA/UFPB

Profa. Dra. Valderez Pontes Matos

Examinadora - UFRPE

Profa. Dra. Edilma Pereira Gonçalves

Examinadora - UAG/UFRPE

Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva

Examinadora – PNPd/CAPES

Dra. Luciana Rodrigues de Araújo

Examinadora – PNPd/CAPES

“Aquele que é poderoso de realizar infinitamente mais do que tudo o que pedimos ou imaginamos, de acordo com o seu poder que age em nós.”

(Efésios 3. 20.)

Aos meus pais, ***Josinaide Medeiros e Daniel de Medeiros***
e aos meus irmãos ***Danilma Medeiros, Danielle Medeiros e Danilo Medeiros***
e aos sobrinhos, ***Sâmilo Medeiros, Dâmile Medeiros e Daniel Medeiros***
por tudo que representam em minha vida.

Amo vocês!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde, oportunidades e força para perseverar diante de todos os obstáculos para chegar até aqui.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, por possibilitar a concretização desse sonho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa de Doutorado.

A Profa. Dra. Edna Ursulino Alves pela brilhante orientação, por todos os conhecimentos compartilhados, pela disponibilidade, acessibilidade, respeito, compreensão, auxílio, confiança e, principalmente, pela sua amizade.

A Profa. Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno por todo aprendizado, disponibilidade e valiosas contribuições.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba.

As Dras. Luciana Rodrigues de Araújo e Katiane da Rosa Gomes da Silva pela ajuda durante a elaboração deste trabalho e relevante amizade.

Aos meus pais Josinaide Medeiros e Daniel de Medeiros, pelos ensinamentos, pela educação, amor e apoio.

Aos meus irmãos Danilma, Danielle e Danilo Medeiros, simplesmente por existirem em minha vida.

A toda minha família, em especial a minha tia Socorro Silva Marques pelo incentivo e apoio, aos primos de forma geral e, a cunhada Elana Brito.

Aos técnicos do Laboratório de Análises de Sementes: Antonio Alves de Lima, Severino Francisco dos Santos e Rui Barbosa da Silva, por todo apoio e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Análise de Sementes: Aderson, Leandra, Lourdes, Eliane, Paulo Alexandre, Paulo, Severino, Pablo, Cosmo, Évio, Rose, Carol, Magnólia, Antônio Neto e, em especial, a Daniela Vieira dos Anjos Sena, a quem devo a minha amizade e profunda gratidão.

A minha amiga Edna de Oliveira Silva (Edninha) por tão grande amizade; (o homem de muitos amigos deve mostrar-se amigável, mas há um amigo mais chegado do que um irmão” (Provérbios 18.24).

Aos inesquecíveis amigos Roberto Cândido (Amor), George Melo, José de Assis França, Celeida Queiroz, Luana Costa, Elisângela Melo, Thatiana Maria, Jivago Filho,

Roberlândia Costa, Marcos Barros, Marco Germano, Luís Maximínio e Josefa Lucinete, por todo o carinho e amizade.

Enfim, a todos que participaram de alguma forma na realização desta conquista.

MEU SINCERO, MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

| | | |
|--------|---|-----|
| | Lista de Tabelas..... | x |
| | Resumo..... | xi |
| | Abstract..... | xii |
| 1. | Introdução..... | 1 |
| 2. | Revisão de Literatura..... | 3 |
| 2.1. | Importância socioeconômica do milho..... | 3 |
| 2.2. | Qualidade de sementes e o beneficiamento..... | 3 |
| 2.3. | Operações e equipamentos para o beneficiamento de sementes..... | 6 |
| 3. | Material e Métodos..... | 8 |
| 3.1. | Local do experimento..... | 8 |
| 3.2. | Teor de água..... | 9 |
| 3.3. | Teste de germinação..... | 9 |
| 3.4. | Testes de vigor..... | 10 |
| 3.4.1. | Emergência em campo e massa seca das plântulas..... | 10 |
| 3.4.2. | Primeira contagem de germinação e de emergência em campo..... | 10 |
| 3.4.3. | Índice de velocidade de germinação e de emergência..... | 11 |
| 3.4.4. | Comprimento de plântulas..... | 11 |
| 3.4.5. | Massa seca de plântulas..... | 11 |
| 3.4.6. | Teste de frio..... | 12 |
| 3.4.7. | Envelhecimento acelerado..... | 12 |
| 3.4.8. | Condutividade elétrica..... | 12 |
| 3.4.9. | Germinação a baixa temperatura..... | 12 |
| 3.5. | Delineamento experimental e análise estatística..... | 13 |
| 4. | Resultados e Discussão..... | 14 |
| 5. | Conclusões..... | 27 |
| 6. | Referências Bibliográficas..... | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1. | Relação dos tratamentos (classes de sementes) e dimensões dos crivos das peneiras utilizadas para classificação das sementes usadas no experimento. Alagoinha - PB..... | 9 |
| Tabela 2. | Teor de água de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo obtidas em diferentes etapas do beneficiamento..... | 14 |
| Tabela 3. | Germinação de sementes e emergência de plântulas de milho cv. BR 5011-Sertanejo em função do beneficiamento..... | 16 |
| Tabela 4. | Primeira contagem de germinação de sementes e emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação de sementes e emergência de plântulas de milho cv. BR 5011-Sertanejo em função do beneficiamento..... | 17 |
| Tabela 5. | Comprimento e massa seca de plântulas de milho cv. BR 5011-Sertanejo do teste de germinação em função beneficiamento..... | 19 |
| Tabela 6. | Germinação após o teste de frio, teor de água e condutividade elétrica de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo em função do beneficiamento..... | 21 |
| Tabela 7. | Teor de água e germinação de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo obtidas em diferentes operações do beneficiamento e submetidas ao envelhecimento acelerado..... | 22 |
| Tabela 8. | Germinação de sementes de milho cv. BR 5011- Sertanejo a baixa temperatura, comprimento e massa seca de plântulas em função beneficiamento..... | 23 |
| Tabela 9. | Correlação entre as variáveis analisadas em sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo em função do beneficiamento..... | 25 |

MEDEIROS, Dayana Silva. **Potencial fisiológico de sementes de milho obtidas nas diferentes operações do beneficiamento**. 2013. 34f. Universidade Federal da Paraíba, Maio de 2013. Orientadora: Edna Ursulino Alves.

RESUMO

O milho é uma das culturas mais estudadas em todo o mundo devido sua importância na alimentação humana e animal. Na busca por sementes de alto padrão de qualidade, a fase de beneficiamento configura-se como uma importante etapa no processo de produção da mesma. Desta forma objetivou-se neste trabalho avaliar a germinação e o vigor de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo durante o processo de beneficiamento. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, para caracterização dos danos causados nas sementes em função do beneficiamento. A qualidade fisiológica das sementes de milho cv BR 5011 - Sertanejo foi avaliada através da determinação do teor de água e testes de germinação e vigor (primeira contagem e índice de velocidade de germinação e de emergência em campo, emergência em campo, comprimento e massa seca de plântulas, teste de frio, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e germinação a baixa temperatura). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com exceção dos testes de emergência, para os quais adotou-se o delineamento de blocos ao acaso. As sementes de milho cv. BR 5011 - Sertanejo de melhor qualidade fisiológica são aquelas obtidas na máquina de ar e peneira, bem como na mesa de gravidade; e; nas peneiras 20, 22 e 24 reduz a germinação e vigor.

Palavras-chave: Análise de sementes, danos, *Zea mays*, viabilidade.

MEDEIROS, Dayana Silva. **Physiological potential of maize seeds obtained in the different processing operations**. 2013. 34p. Federal University of Paraiba, may of 2013. Guiding: Edna Ursulino Alves.

ABSTRACT

Corn is one of the most studied cultures around the world because of its importance in human and animal nutrition. In the search for high seed quality standard, the phase of processing is configured as an important step in the production process of the same. Thus the aim of this work was to evaluate the germination and vigor of maize cv. BR-5011 Sertanejo during the beneficiation process. The experiment was conducted at Seed Analysis Laboratory of the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba, for characterization of damage in seeds as a function of processing. The evaluation of the quality of the seeds was performed using the following tests: water content, germination and vigor (first count and the speed of germination and field emergence, field emergence, length and seedling dry weight, cold test accelerated aging, electrical conductivity and germination at low temperature). The experimental design was completely randomized, with the exception of emergency tests, for which we adopted the design of randomized blocks. Corn seeds cv. BR-5011 Sertanejo. Physiological best quality are those obtained in the machine and air screen as well as the gravity separator and the screens 20, 22 and 24 reduces the germination and vigor.

Keywords: Seed testing, damage, *Zea mays*, viability.

1. INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) é considerada uma das mais difundidas no Nordeste devido ao seu grande valor socioeconômico, sendo bastante utilizada na alimentação humana e animal, cujo consumo de seus derivados constitui-se num fator importante para as pessoas de baixa renda, uma vez que é fonte de energia para muitas famílias. Na safra 2012/2013, o Brasil produziu 78 mil toneladas, em uma área de 15,7 mil hectares (CONAB, 2013), mas apesar da sua importância, a produtividade tem oscilado, dependendo do ano e da região de cultivo, em que o uso de sementes de qualidade inferior configura-se num dos fatores responsáveis por este fato.

O Brasil está entre os maiores produtores de milho e, nesse contexto vem desenvolvendo programas intensivos de avaliação de híbridos e cultivares, pois é uma cultura de grande importância para a região Nordeste, de forma que procura-se definir materiais genéticos com melhores níveis de adaptação, produtividade e portadoras de características desejáveis, tais como alto potencial produtivo, porte baixo das plantas e da inserção das espigas, precocidade, bom empalhamento de espigas, tolerância ao acamamento e quebramento do colmo (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2013).

A cultivar BR 5011-Sertanejo, de porte intermediário e ciclo normal vem destacando-se devido ao alto potencial produtivo e boa adaptabilidade às condições ambientais para o cultivo na região Nordeste (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2013), contudo, para a difusão desta necessita-se de um programa que priorize a produção de sementes de alto padrão e, nesse sentido, uma preocupação constante é adequação de práticas que contribuam com a melhoria da qualidade das mesmas.

Dentre as práticas utilizadas após a colheita destaca-se o beneficiamento, que consiste na remoção de materiais indesejáveis e classificação das sementes por tamanho e forma, aprimorando as características do lote, sendo uma etapa obrigatória

do processo produtivo que busca sementes com alto padrão de qualidade (MARCOS FILHO, 2005).

Antes do processo de beneficiamento, as sementes de milho devem estar com teor de água em torno de 12%, havendo dessa forma, a necessidade do uso de secagem artificial para o caso de colheita de lotes de sementes com teor de água entre 18 a 22% (PESKE et al., 2003, CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), como normalmente acontece por ocasião da colheita.

O beneficiamento das sementes de milho constitui uma etapa importante na produção de sementes de qualidade, pois compreende um conjunto de operações às quais a semente é submetida desde a recepção na unidade de beneficiamento até a sua embalagem e distribuição (SILVA et al., 2011). Estas etapas visam à melhoria das características físicas de um lote de sementes, uma vez que o máximo da qualidade está em função direta das condições de produção no campo.

Com o objetivo de melhorar a qualidade física e reduzir os danos à qualidade fisiológica do lote, diversas máquinas de processamento foram desenvolvidas (SILVEIRA e VIEIRA, 1982; BORGES et al., 1991) usando, para esse fim, diferenças entre as características físicas das sementes e impurezas, o que possibilita o enquadramento do lote em padrões qualitativos preestabelecidos (DOUGLAS, 1982). Consequentemente, as etapas finais do processamento (tratamento, revestimento, embalagem e armazenamento) são favorecidas, sendo que a principal preocupação durante o beneficiamento é a preservação da qualidade das sementes.

Diante do exposto, a presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de milho da cultivar BR 5011-Sertanejo durante todas as etapas do beneficiamento e a contribuição de cada equipamento na melhoria da qualidade das sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância socioeconômica do milho

O milho (*Zea mays* L.), originário das Américas (México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos) provavelmente é a espécie de maior importância comercial, pois trata-se de uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas, através de escavações arqueológicas e geológicas de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Logo depois do descobrimento da América foi levado para a Europa, onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido e passou, então, a ser cultivado em escala comercial, espalhando-se para todo o mundo (RIVERA et al., 2012).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, pois o uso de seus grãos na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo, enquanto nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim e, no Brasil varia de 60 a 80%. Apesar de não ter uma participação expressiva na forma de grãos pela alimentação humana, o consumo de seus derivados constitui um fator importante em regiões com baixa renda, a exemplo do Nordeste do Brasil, onde o milho é a fonte de energia para muitas famílias que vivem no semiárido; outro exemplo está na população mexicana, que tem no milho o ingrediente básico da sua culinária, mas a baixa produtividade na região tem como fatores principais a instabilidade pluviométrica, as altas temperaturas, o baixo nível tecnológico dos produtores e a falta de sementes melhoradas que se adaptem a essas condições (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2011).

No Nordeste, a área cultivada com milho produziu nos anos 2012/2013, média de 4.355.7 tonelada de grãos, ao se comparar com o desempenho da produção

anterior, observa-se que houve a redução na área plantada, saindo de 7.558,5 mil hectares no exercício passado, para 6.894,2 mil hectares na atual temporada, representando em âmbito nacional, uma diferença de 8,8%. Quem contribuiu de forma expressiva para esse desempenho, foi o comportamento da safra nordestina, que pelo segundo ano consecutivo sofreu com a escassez das chuvas na região (CONAB, 2013), outro fator que pode ser atribuído foi às particularidades climáticas locais, grau tecnológico adotado em sua produção e ainda à escolha de genótipos inadequados, decorrente da escassez de informações regionais sobre o comportamento agrônomo dos diversos materiais genéticos disponíveis e indicados para a região semiárida. A caracterização agrônoma dos materiais genéticos disponíveis é importante para nortear a escolha daqueles que propiciem alta produção e elevado valor nutritivo (SANTOS et al., 2012).

O milho pode apresentar variações anuais e regionais, no rendimento de grãos, causadas principalmente, por deficiências hídricas durante o desenvolvimento da cultura. Tais deficiências podem ser intensas em alguns anos, particularmente nas regiões mais quentes, no final da primavera e início do verão. A ocorrência de geadas tardias é outro fator que, embora em menor grau, também pode influir negativamente na variação do rendimento. Configuram-se como principais fatores de risco climático a baixa quantidade e irregularidade na distribuição de chuvas, uma vez que, de modo geral, o regime térmico do Estado atende às exigências da cultura. Com o zoneamento agrícola de risco climático, identificar os municípios aptos e os períodos de plantio com menor risco climático para o cultivo do milho no Estado. A definição dos períodos de semeadura foi realizada a partir de análises térmicas e hídricas. Na análise hídrica foi utilizado um modelo de balanço hídrico da cultura para períodos de dez dias. O balanço hídrico foi estimado com o uso das seguintes variáveis climáticas e agrônomicas, precipitação pluvial e temperatura, evapotranspiração, ciclo e fase fenológica da

cultura, coeficiente de cultura e disponibilidade máxima de água no solo (ABRASEM, 2012)

Para efeito de indicação dos períodos de plantio, uma das cultivares indicadas pelos obtentores/mantenedores para o Estado, foi cultivar de milho BR 5011-Sertanejo, indicada para a região Nordeste por ter características como ciclo médio, porte baixo, polinização aberta, grão semiduro, bom empalhamento das espigas, rendimento médio de grãos de 5.000 Kg ha⁻¹, com potencial para 9.000 Kg ha⁻¹ e produtividade que pode chegar entre 5 a 7 t ha⁻¹ (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2011).

2.2. Qualidade de sementes e o beneficiamento

No decorrer do processo de beneficiamento as sementes sofrem injúrias mecânicas causadas por agentes físicos durante o manuseio, que além de provocar prejuízos diretos facilitam a ação de agentes patogênicos altamente deletérios (MARCOS FILHO, 2005). Essas injúrias mecânicas causadas no beneficiamento ocorrem por contatos das sementes com superfícies rígidas, que provocam quebras, trincas e abrasões, ocasionando redução na germinação e no vigor (MACHADO, 2000), além de dificultar as operações de beneficiamento.

As injúrias mecânicas em sementes provocadas pelo beneficiamento foram constatadas por diversos pesquisadores, as quais causaram aumento no número de plântulas fracas e anormais, susceptibilidade a microrganismos, sensibilidade ao tratamento químico e redução do potencial de armazenamento, além de afetar negativamente a germinação, vigor e a produtividade (BRANCÃO et al., 2008; FREITAS et al., 2011; VASQUEZ et al., 2012; VERONESI et al., 2012; MARINI et al., 2012).

A injúria mecânica e contaminação varietal são apontadas pelos tecnologistas de sementes como os mais sérios problemas da produção de sementes, uma vez que

se constituem em uma questão praticamente inevitável porque esses danos se encontram em todas as etapas do processo produtivo como colheita, beneficiamento, armazenamento e transporte (LOPES et al., 2011).

No caso das sementes de milho um agravante é que as mesmas são particularmente susceptíveis ao dano mecânico, pois no pericarpo há características elásticas quando os teores de água são baixos, porém, a dissipação da energia de impacto sobre as sementes é maior quando a umidade é elevada, ou seja, o amortecimento dos impactos é diretamente proporcional ao teor de água, de forma que quanto menor for o percentual de água na semente maior será a susceptibilidade aos danos promovidos pela ação dos equipamentos (MARQUES et al., 2011).

2.3. Operações e equipamentos para o beneficiamento de sementes

Alta qualidade de semente de milho é a meta primordial de qualquer empresa produtora (FERREIRA, 2010), sendo que o beneficiamento de sementes se constitui em etapa essencial para o alcance deste objetivo. A semente necessita ser beneficiada e manipulada de forma adequada ou os esforços dispendidos em etapas anteriores de produção acabam por serem perdidos (FESSEL et al., 2003).

Geralmente, para o beneficiamento de sementes de milho são utilizados equipamentos de pré-limpeza, limpeza, mesa de gravidade e classificação, constituindo uma etapa importante para aprimorar a qualidade em termos de germinação, vigor e sanidade (MARQUES et al., 2011; LOUREIRO et al., 2012). Assim, redução no vigor das sementes de milho foi observada após a operação de pré-limpeza (MARCHI et al., 2006). Resultados semelhantes foram obtidos por Mondo et al. (2009) e também por Pereira et al. (2012) quando constataram melhores qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias em sementes de feijão e arroz retiradas da mesa de gravidade. Vasquez et

al. (2012), pesquisando a forma e o tamanho na qualidade de sementes de milho, verificaram que as sementes achatadas foram mais vigorosas do que as redondas, não tendo constatado influência do tamanho na qualidade das sementes achatadas.

No processo de beneficiamento, a qualidade final depende das operações para remover impurezas, sementes de baixa qualidade, classificar adequadamente e evitar misturas mecânicas com outras sementes, de forma que a escolha de uma ou mais máquinas para o beneficiamento de um lote de semente, depende do tipo, da natureza e quantidade de impurezas, assim como das características desejáveis no material beneficiado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, em Areia - PB, com sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo de diferentes etapas do beneficiamento, obtidos na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba (EMEPA - PB) localizada no município de Alagoinha, PB.

As amostras utilizadas foram retiradas de um lote de sementes da cv. BR 5011-Sertanejo, provenientes de campos de produção de sementes certificadas de primeira geração (C₁) localizados no município de Alagoinha - PB, de produtores cadastrados no Programa de Produção de Sementes do Estado da Paraíba, colhidas na safra de 2010/2011 de acordo com o calendário agrícola da Paraíba proposto pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB).

Após a colheita mecânica, as espigas foram despalhadas e debulhadas na UBS, na primeira fase foram retiradas amostras de sementes, constituindo-se no tratamento recepção. Após as operações de pré-limpeza, limpeza (máquina de ar e peneiras), elevador vibratório, classificadores, mesa de gravidade, balança mecânica, separação por espessura nas peneiras 20, 22 e 24 mm, além da testemunha (mistura de sementes de todas as etapas do beneficiamento), as sementes obtidas foram submetidas a determinação do teor de água, testes de germinação e vigor.

Na segunda fase as sementes foram descarregadas individualmente na moega, sendo transportadas em elevadores de canecas para a máquina de pré-limpeza, para remoção das impurezas leves, grosseiras e as mais pesadas; posteriormente foram encaminhadas para a máquina de ar e peneira, para eliminação de outras impurezas e,

em seguida coletadas em seis bicas (mm) distintas denominadas de A (9,5 x 15), B (4,5), C₁ (13,0), C₂ (13), D₁ (5) e D₂ (5).

Dando continuidade ao beneficiamento, as sementes foram conduzidas aos classificadores e separadas de acordo com a forma e o tamanho, através de peneiras de crivos oblongos e circulares (Tabela 1), separando-as por calibre de acordo com as classes (20, 22, 24 chato) e separadas pela densidade através da mesa de gravidade.

Tabela 1. Relação dos tratamentos (classes de sementes) e dimensões dos crivos das peneiras utilizadas para classificação das sementes usadas no experimento. Alagoinha - PB

| Classes | Dimensões dos crivos das peneiras (polegadas) | (mm) |
|----------|---|--------------|
| 24 chato | 24/64" x $\frac{3}{4}$ | 9,52 x 19,05 |
| 22 | 22/64 x $\frac{3}{4}$ | 8,73 x 19,05 |
| 20 | 20/64" | 7,94 |

3.2 Teor de água

Para esta determinação utilizou-se quatro subamostras de 25 sementes de cada operação do beneficiamento, as quais foram pesadas e acondicionadas em recipientes metálicos e colocados em estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas. Após o período de permanência na estufa as sementes foram retiradas, colocadas em dessecador contendo sílica gel por um período de 30 minutos para serem resfriadas e em seguida novamente pesadas; a porcentagem do teor de água foi calculada com base no seu peso úmido segundo Brasil (2009).

3.3 Teste de germinação

O teste foi conduzido utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada etapa do beneficiamento, semeadas em rolos de papel toalha (germitest), umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 3,0 vezes a massa do substrato seco.

As sementes foram postas para germinar em câmaras de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) reguladas a temperatura de 30 °C constante com fotoperíodo de 8/16 horas de luz e escuro, respectivamente. As contagens foram realizadas dos quatro aos sete dias após a instalação do teste, de acordo com as Regras para Análise de Sementes, cujo critério adotado foi de plântulas normais segundo Brasil (2009).

3.4 Testes de vigor

3.4.1 Emergência em campo e massa seca das plântulas

Para a emergência utilizou-se quatro repetições de 50 sementes para cada lote, sendo a semeadura a 1,5 cm de profundidade, em sulcos com 1,0 m de comprimento, distanciados 20 cm entre si, com umedecimento diário com regadores manuais. As contagens foram realizadas dos quatro até os dez dias após a semeadura e, os resultados expressos em porcentagem.

Ao final do experimento, a parte aérea das plântulas de cada repetição e lote foi cortada próximo ao solo, acondicionadas em sacos de papel tipo Kraft e levadas a estufa regulada à temperatura de 65 °C onde permaneceram até atingir massa constante (72 horas). Após este período as repetições foram pesadas em balança semi-analítica com precisão de 0,001 g e determinada a massa seca total da parte aérea das plântulas normais das repetições; o peso obtido foi dividido pelo número de plântulas, expresso em g plântula^{-1} (NAKAGAWA, 1999).

3.4.2 Primeira contagem de germinação e de emergência em campo

A primeira contagem de germinação (BRASIL, 2009) e de emergência foram realizadas no quarto dia após a semeadura.

3.4.3 Índice de velocidade de germinação e de emergência de plântulas

Os testes de índice de velocidade de germinação e de emergência foram realizados juntamente com os testes padrão de germinação e de emergência, efetuando-se contagens diárias das plântulas normais dos quatro aos sete e dez dias após a semeadura, respectivamente, cujos índices foram calculados empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

3.4.4 Comprimento de plântulas

Para realização do teste foram aplicados os procedimentos descritos por Nakagawa (1999), adaptado de AOSA (1983), sendo utilizadas quatro repetições de 20 sementes de milho distribuídas numa linha traçada no terço superior do papel toalha no sentido longitudinal, o qual foi umedecido previamente com água destilada na quantidade equivalente a 3,0 vezes a sua massa seca. As sementes foram posicionadas de forma que o hilo estivesse voltado para a parte inferior do papel e os rolos acondicionados em sacos plásticos posicionados verticalmente no germinador por sete dias à temperatura de 25 °C na ausência de luz. Ao final deste período foram efetuadas medições das partes das plântulas normais emergidas (raiz primária e epicótilo) utilizando-se uma régua, e os resultados médios por plântulas expressos em centímetros.

3.4.5 Massa seca de plântulas

Após a determinação do comprimento a parte aérea e o sistema radicular das plântulas foram acondicionadas separadamente em sacos de papel do tipo Kraft e levadas a estufa à temperatura de 65 °C por 24 horas. Após este período as repetições foram pesadas em balança com precisão semi-analítica de 0,001 g e determinado o

peso da massa seca total das plântulas normais da repetição, sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

3.4.6. Teste de frio

Para instalação do teste adotou-se os mesmos procedimentos descritos no teste de germinação (BRASIL, 2009), sendo que os quatro rolos contendo as sementes foram mantidos em caixas plásticas na geladeira a 10 °C por um período de sete dias, sendo em seguida retiradas, destampadas e os rolos permaneceram mais quatro dias (BARROS et al., 1999) em germinador regulado para 25°C durante quatro dias, anotando-se, ao final deste período, o número de plântulas normais.

3.4.7. Envelhecimento acelerado

Para instalação do teste foram utilizadas caixas de acrílico com tampa de 11 x 11 x 3,5 cm, com telas metálicas adaptadas em seu interior, contendo 40 ml de água destilada. Uma camada uniforme e única de sementes de milho foi distribuída sobre a tela que isola as mesmas do contato com a água, em seguida foram tampadas e acondicionadas em câmara a 42 °C por 96 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após este período foi instalado o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 50 sementes, conforme os procedimentos descritos nas RAS (BRASIL, 2009) e, no sétimo dia fez-se a contagem do número de plântulas normais.

3.4.8. Condutividade elétrica

Para esta avaliação, quatro repetições de 50 sementes, devidamente pesadas foram colocadas para embeber em recipientes plásticos contendo 75 mL de água deionizada, por um período de 24 horas em germinador regulado a 25 °C. Após a embebição, as sementes foram agitadas para homogeneização (10-15 segundos),

efetuando-se a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição em condutímetro modelo Digimed DM 31, previamente calibrado, com eletrodo de constante 1,0. Os resultados obtidos foram divididos pelo peso da amostra e os resultados finais expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999).

3.4.9. Germinação a baixa temperatura

Para este teste foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por etapa do beneficiamento, colocadas para germinar em rolos de papel umedecidos com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, a 18 °C (DIAS e ALVARENGA, 1999), sendo realizada uma única avaliação aos sete dias após a instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais, seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009); para auxiliar na interpretação dos resultados utilizou-se a mensuração das plântulas normais.

3.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com exceção dos testes de emergência, para os quais adotou-se o delineamento de blocos ao acaso. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e correlação entre as variáveis analisadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de milho das diferentes operações do beneficiamento foi uniforme, com diferenças significativas apenas nas sementes da recepção (11,95%) e obtidas nas etapas de pré-limpeza (12,20%), máquina de ar e peneiras (12,33%), mesa de gravidade (12,20%), balança mecânica (12,00 %) e peneira 24 (12,20%), cujo teor de água foi inferior ao das sementes das demais etapas (Tabela 2). No entanto, os teores de água das sementes de todas as operações do beneficiamento estão de acordo com a exigência de padrões de qualidade de sementes. Segundo Coimbra et al. (2009) um dos fatores que influenciam a susceptibilidade das sementes ao dano mecânico é o seu teor de água, pois o ponto de equilíbrio higroscópico do lote de sementes, pode favorecer ou minimizar os danos mecânico. Carvalho e Nakagawa (2012) enfatizaram que há aumento na intensidade de quebra da semente quando o teor de água é reduzido a valores inferiores entre 12 e 14% e, que os danos por amassamento aumentam quando as sementes têm entre 16 a 18%, sendo que entre 12 e 14% a intensidade de injúria mecânica seria mínima.

Tabela 2. Teor de água de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo obtidas em diferentes operações do beneficiamento.

| Tratamentos | Teor de água (%) |
|--------------------------|------------------|
| Recepção | 11,95 b |
| Pré-limpeza | 12,20 b |
| Máquina de ar e peneiras | 12,33 b |
| Elevador vibratório | 12,38 a |
| Classificadores | 12,62 a |
| Mesa de gravidade | 12,20 b |
| Balança mecânica | 12,00 b |
| Mistura | 12,69 a |
| Peneira 20 | 12,64 a |
| Peneira 22 | 12,53 a |
| Peneira 24 | 12,20 b |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com relação a germinação (Tabela 3) observaram-se diferenças significativas entre as sementes das diferentes etapas do beneficiamento, sendo que para as sementes recepção, da máquina de ar e peneira, do elevador vibratório e da mistura constatou-se maior percentual de germinação, enquanto para as sementes separadas por peneiras 20, 22 e 24 verificou-se menor desempenho germinativo. Resultados semelhantes aos obtidos por Menezes et al. (2002), onde verificaram que as sementes de milho que obtiveram maior percentual de germinação foram os lotes de sementes que passaram pela mesa de gravidade.

O teste de germinação é o mais utilizado por empresas produtoras de sementes, tendo em vista tratar-se, acima de tudo, de um teste obrigatório do processo de certificação para fins de comercialização de sementes (PERES, 2010). Em relação ao beneficiamento, Araújo et al. (2004) e Giomo et al. (2008) pesquisando os efeitos de máquinas de ar e peneiras e mesa de gravidade na classificação e qualidade de sementes de cafeeiro verificaram que as mesmas foram eficientes para uniformização e obtenção de sementes de melhor qualidade. Silva et al. (2011) também observaram que as máquinas de ar e peneira e mesa de gravidade eliminaram materiais indesejáveis, aumentando a pureza física e sanitária dos lotes de sementes de soja.

Em campo verificou-se menor porcentagem de emergência de plântulas em campo foram obtidas em sementes provenientes das diferentes peneiras (20, 22 e 24), demonstrando baixo desempenho fisiológico e não tendo potencial para comercialização (Tabela 3). Resultados semelhantes dos obtidos no teste de germinação, cujos melhores resultados foram das sementes recepção, da máquina de ar e peneiras, do elevador vibratório e da mistura.

Relacionando os dados de germinação e emergência em campo, verifica-se que ocorreram reduções devido aos impactos nas diferentes operações onde alta quantidade de sementes trincadas, quebradas e rachadas existentes na amostra, esse dano provoca elevada redução no poder germinativo. Verifica-se que após as sementes passarem pela mesa de gravidade ocorre um aumento na porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação e emergência em campo, com isso pode-se dizer que a mesa de gravidade interfere positivamente na qualidade fisiológica das sementes, ao remover as de menor densidade, quebradas e atacadas por patógenos.

Tabela 3. Germinação de sementes e emergência de plântulas de milho cv. BR 5011-Sertanejo em função do beneficiamento.

| Tratamentos | Germinação | Emergência |
|-------------------------|------------|------------|
| | % | |
| Recepção | 89 a | 83 a |
| Pré-limpeza | 87 b | 84 a |
| Máquina de ar e peneira | 93 a | 89 a |
| Elevador vibratório | 93 a | 80 a |
| Classificadores | 82 c | 78 a |
| Mesa de gravidade | 86 b | 78 a |
| Balança mecânica | 81 c | 86 a |
| Mistura | 90 a | 86 a |
| Peneira 20 | 64 e | 63 b |
| Peneira 22 | 70 d | 69 b |
| Peneira 24 | 62 e | 63 b |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para a primeira contagem de germinação houve diferença significativa entre os tratamentos, com destaque para as sementes recepção, da máquina de ar e peneiras, elevador vibratório, classificadores e mesa de gravidade, cujas sementes demonstraram maior vigor, mas ocorreu diminuição na porcentagem de germinação na

primeira contagem quando as sementes foram separadas por tamanho e espessura (peneiras 20, 22 e 24), as quais estavam prontas para serem embaladas. Quando as sementes foram avaliadas pela primeira contagem de emergência, aquelas das etapas de separação por tamanho (peneiras 20, 22 e 24) expressaram menor vigor, a exemplo do que ocorreu também quando avaliou-se pela primeira contagem da germinação (Tabela 4). A primeira contagem da germinação é usada como um teste de vigor, pois sabe-se que com a deterioração da semente, a velocidade de germinação é reduzida e isto é possível de ser verificado antes de se observar a porcentagem final de germinação (CONCEIÇÃO et al., 2012). Pesquisas realizadas com sementes comerciais e crioulas de milho (BRAND et al., 2007), soja (FREITAS et al., 2011) e arroz (MARINI et al., 2012) indicaram a eficiência do teste de primeira contagem na avaliação na qualidade de lotes de sementes.

Tabela 4. Primeira contagem de germinação de sementes e emergência de plântulas, índice de velocidade de germinação de sementes e emergência de plântulas de milho cv. BR 5011-Sertanejo em função do beneficiamento.

| Tratamentos | Primeira contagem (%) | | Índice de velocidade | |
|-------------------------|-----------------------|------------|----------------------|------------|
| | Germinação | Emergência | Germinação | Emergência |
| Recepção | 82 a | 62 a | 11,06 a | 8,28 b |
| Pré-limpeza | 54 b | 69 a | 9,28 b | 8,62 b |
| Máquina de ar e peneira | 71 a | 68 a | 11,44 a | 9,62 a |
| Elevador vibratório | 77 a | 57 a | 11,52 a | 8,32 b |
| Classificadores | 66 a | 60 a | 10,34 b | 9,32 a |
| Mesa de gravidade | 73 a | 59 a | 10,80 b | 8,58 b |
| Balança mecânica | 44 b | 67 a | 9,81 b | 9,81 a |
| Mistura | 60 b | 72 a | 10,86 b | 10,28 a |
| Peneira 20 | 53 b | 49 b | 7,21 c | 6,02 c |
| Peneira 22 | 60 b | 49 b | 7,52 c | 6,21 c |
| Peneira 24 | 54 b | 36 b | 7,28 c | 4,96 c |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quanto ao índice de velocidade de germinação (Tabela 4), os maiores valores foram observados nas sementes controle e das etapas da máquina de ar e peneiras, bem como do elevador vibratório, sendo os resultados similares aos da primeira contagem de germinação. Segundo Coimbra et al. (2009) a semelhança entre a primeira contagem e o índice de velocidade de germinação é esperada, uma vez que o teste de primeira contagem avalia indiretamente a velocidade de germinação. Por outro lado, os maiores valores para o índice de velocidade de emergência foram obtidos com as sementes da máquina de ar e peneiras, classificadores, balança mecânica e mistura, sendo que essa diferença nos resultados entre o índice de velocidade de germinação e de emergência provavelmente ocorreu devido ao princípio dos testes, uma vez que os mesmos são realizados em condições laboratoriais e ambientais.

Para porcentagem e velocidade de germinação os resultados foram semelhantes, ou seja, houve diferença significativa entre os tratamentos, evidenciando o efeito positivo do beneficiamento para o potencial fisiológico das sementes. Esse aspecto é muito importante por caracterizar um bom desempenho das sementes, com boa porcentagem de germinação em menor espaço de tempo, o que pode inferir em grande quantidade de sementes com potencial de se estabelecer rápida e uniformemente em condições de campo.

Depois de passarem pela mesa de gravidade ocorreu um aumento na porcentagem de germinação e no vigor (primeira contagem e índice de velocidade de germinação) das sementes, com isso pode-se dizer que a mesa de gravidade interferiu positivamente na qualidade fisiológica das mesmas, pois remove as sementes de menor densidade, quebradas e atacadas por patógenos. Resultados semelhantes foram obtidos por Fessel et al. (2003), quando ao avaliarem diferentes etapas do beneficiamento de sementes de milho verificaram que após passagem pela mesa de gravidade houve aumento na germinação e vigor (primeira contagem da germinação).

Neste sentido, Mertz et al. (2007) verificaram aumento na qualidade fisiológica de sementes de feijão-miúdo após serem submetidas à mesa de gravidade, sendo que as sementes coletadas na descarga superior tiveram maior velocidade de emergência. Em sementes de arroz coletadas na descarga superior da mesa gravitacional Pereira et al. (2012) constataram máximo índice de velocidade de emergência.

Para comprimento da raiz não houve diferença estatística entre as diferentes etapas de beneficiamento, no entanto para a massa seca das raízes os tratamentos, controle, pré-limpeza, máquina de ar e peneiras, mesa de gravidade e misturas proporcionaram plântulas com maior peso (Tabela 5).

Tabela 5. Comprimento e massa seca das plântulas de milho cv. BR 5011-Sertanejo do teste de germinação em função beneficiamento.

| Tratamentos | Comprimento (cm) | | Massa seca (g) | |
|-------------------------|------------------|-------------|----------------|-------------|
| | Raiz | Parte aérea | Raízes | Parte aérea |
| Recepção | 13,36 a | 11,16 a | 0,436 a | 0,577 c |
| Pré-limpeza | 12,69 a | 9,20 c | 0,488 a | 0,425 d |
| Máquina de ar e peneira | 13,45 a | 11,87 a | 0,562 a | 0,696 a |
| Elevador vibratório | 14,34 a | 11,28 a | 0,372 b | 0,549 c |
| Classificadores | 13,77 a | 10,17 b | 0,323 b | 0,563 c |
| Mesa de gravidade | 13,43 a | 10,60 b | 0,493 a | 0,611 b |
| Balança mecânica | 13,78 a | 8,58 c | 0,323 b | 0,555 c |
| Mistura | 15,77 a | 10,15 b | 0,488 a | 0,626 b |
| Peneira 20 | 14,11 a | 8,54 c | 0,227 c | 0,448 d |
| Peneira 22 | 13,41 a | 11,83 a | 0,251 c | 0,496 d |
| Peneira 24 | 12,50 a | 8,22 c | 0,196 c | 0,438 d |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Com relação ao comprimento da parte aérea de plântulas, os melhores resultados foram obtidos com as sementes controle, da máquina de ar e peneiras, elevador vibratório e peneira 22; em se tratando da massa seca da parte aérea o tratamento que

obteve maior valor foi apenas da máquina de ar e peneiras, diferindo estatisticamente das demais etapas do beneficiamento (Tabela 5). Silva et al. (2011) ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes etapas do beneficiamento observaram diferenças significativas no comprimento e massa seca da parte aérea entre as etapas estudadas.

Quanto ao vigor das sementes, avaliado pelo teste de frio observou-se os efeitos das etapas do beneficiamento sobre a qualidade fisiológica, cujos melhores resultados foram obtidos nas sementes após passarem pela pré-limpeza, máquina de ar e peneiras e elevador vibratório; nas etapas de classificadores, mesa de gravidade e balança mecânica a qualidade das sementes foi intermediária, enquanto nas demais etapas do beneficiamento (mistura, peneiras 20, 22 e 24) o vigor foi baixo (Tabela 6).

Esses resultados concordam com aqueles obtidos por Menezes et al. (2002), que constataram eficiência do teste de frio para estratificar lotes de sementes de milho obtidas em etapas do beneficiamento com diferentes níveis de danos mecânicos; Gomes Júnior (2009), ao avaliar o potencial fisiológico e a sanidade de sete classes de milho doce afirmou que o teste de frio foi o mais sensível para identificar perdas de vigor associadas às injúrias mecânicas.

De acordo com a Internacional Seed Testing Association - ISTA (1981) e a Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983) o teste de frio é considerado um dos mais importantes para a avaliação do vigor de sementes de milho. Segundo Grabe (1976) os lotes de qualidade adequada devem ter, no mínimo, 70 a 80% de plântulas normais no teste de frio sem solo nas sementes de milho.

O teor de água das sementes (Tabela 6) antes da condutividade elétrica variou de 12,69 a 11,95%, estando dentro dos padrões sugeridos pela AOSA (1983) que recomendam a uniformização dos teores de água dos lotes para uma faixa entre 10 e 17%, antes da avaliação da condutividade elétrica. Vieira e Krzyzanowski (1999)

comentaram que, em geral tem-se verificado que teores de água muito baixos ($\leq 10\%$) ou muito altos ($\geq 17\%$) influenciam significativamente os resultados.

Tabela 6. Germinação após o teste de frio, teor de água e condutividade elétrica de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo em função do beneficiamento.

| Tratamentos | Germinação | Teor de água | Condutividade elétrica ($\mu\text{mhos cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) |
|-------------------------|------------|------------------------|--|
| | | antes da condutividade | |
| | | % | |
| Recepção | 53 d | 11,95 b | 22,27 b |
| Pré-limpeza | 88 a | 12,20 b | 20,0 b |
| Máquina de ar e peneira | 84 a | 12,33 b | 21,6 b |
| Elevador vibratório | 83 a | 12,38 a | 21,4 b |
| Classificadores | 70 b | 12,62 a | 29,14 a |
| Mesa de gravidade | 73 b | 12,20 b | 17,84 b |
| Balança mecânica | 75 b | 12,00 b | 19,58 b |
| Mistura | 67 c | 12,69 a | 21,1 b |
| Peneira 20 | 47 d | 12,64 a | 28,49 a |
| Peneira 22 | 60 c | 12,53 a | 26,10 a |
| Peneira 24 | 63 c | 12,20 b | 24,85 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quanto ao vigor das sementes de milho, avaliado pelo teste de condutividade elétrica, também se observou efeitos das etapas do beneficiamento, sobre a qualidade fisiológica das mesmas, sendo os melhores resultados obtidos com aquelas do controle, da mesa de gravidade, pré-limpeza, máquina de ar e peneiras, elevador vibratório, balança mecânica e mistura. No entanto, após a separação das sementes por peneiras houve variação no vigor em função do tamanho e da forma, visto que a partir desse ponto provavelmente aumentaram os danos mecânicos, verificando-se a eficiência do teste de condutividade elétrica na classificação de vigor das etapas de beneficiamento de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo (Tabela 6).

Características também observadas por Ribeiro et al. (2009) e Coimbra et al. (2009) ao utilizarem o teste na avaliação de lotes de sementes de milho-pipoca e milho-doce, respectivamente.

O teor de água das sementes antes do envelhecimento acelerado foi semelhante entre as etapas do beneficiamento, variando de 10,78 a 13,53%, no entanto, após o envelhecimento o mesmo variou de 18,59 a 23,59%, com amplitude de 4,74% entre o menor e o maior valor (Tabela 7).

Tabela 7. Teor de água e germinação de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo obtidas em diferentes operações do beneficiamento e submetidas ao envelhecimento acelerado.

| Tratamentos | Teor de água (%) | | Germinação (%) |
|--------------------------|------------------|---------------------|----------------|
| | Inicial | Após envelhecimento | |
| Recepção | 11,95 a | 23,40 a | 45 b |
| Pré-limpeza | 12,20 a | 23,50 a | 67 a |
| Máquina de ar e peneiras | 12,33 a | 22,68 a | 43 c |
| Elevador vibratório | 12,38 a | 20,35 b | 41 c |
| Classificadores | 12,62 a | 23,61 a | 49 b |
| Mesa de gravidade | 12,20 a | 21,30 b | 65 a |
| Balança mecânica | 12,00 a | 23,59 a | 67 a |
| Mistura | 12,69 a | 21,13 b | 40 c |
| Peneira 20 | 11,10 a | 23,33 a | 67 a |
| Peneira 22 | 13,53 a | 23,04 a | 47 b |
| Peneira 24 | 10,78 a | 18,59 c | 44 c |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Pelos dados do teste de envelhecimento acelerado constatou-se que as sementes mais vigorosas foram aquelas submetidas as seguintes operações do beneficiamento: pré-limpeza, mesa de gravidade, balança mecânica e peneira 20, com o pior desempenho das sementes obtidas na máquina de ar e peneiras, elevador

vibratório, mistura e peneira 24 (Tabela 7). O teste de envelhecimento acelerado realizado em sementes de soja possibilitou melhor diferenciação das etapas de beneficiamento em diferentes níveis de qualidade (SILVA et al., 2011). A eficiência do referido teste também foi observada em sementes de arroz durante o beneficiamento (PEREIRA et al., 2012).

Com relação aos dados do teste de germinação à baixa temperatura (Tabela 8) observa-se que as sementes na recepção e após as operações de pré-limpeza, máquina de ar e peneiras, elevador vibratório, mesa de gravidade e mistura foram as mais vigorosas. Na avaliação do comprimento de plântulas a baixa temperatura (raiz primária e parte aérea) verificou-se que nas etapas de máquina de ar e peneira, elevador vibratório e mesa de gravidade obteve-se sementes com melhor desempenho fisiológico, em ambas as variáveis utilizadas.

Tabela 8. Germinação de sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo, comprimento e massa seca de plântulas a baixa temperatura, nas diferentes operações de beneficiamento.

| Tratamentos | Germinação (%) | Comprimento (cm) | |
|--------------------------|----------------|------------------|-------------|
| | | Raiz primária | Parte aérea |
| Recepção | 81 a | 5,20 b | 1,47 b |
| Pré-limpeza | 76 a | 5,02 b | 1,29 c |
| Máquina de ar e peneiras | 84 a | 5,94 a | 1,73 a |
| Elevador Vibratório | 79 a | 6,12 a | 1,88 a |
| Classificadores | 71 b | 5,53 a | 1,40 c |
| Mesa de Gravidade | 81 a | 5,74 a | 1,85 a |
| Balança Mecânica | 69 b | 4,88 b | 1,29 c |
| Mistura | 80 a | 4,91 b | 1,51 b |
| Peneira 20 | 50 c | 3,76 c | 1,05 d |
| Peneira 22 | 50 c | 3,98 c | 1,22 c |
| Peneira 24 | 53 c | 4,18 c | 1,03 d |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados da Tabela 9 observa-se que o teste de emergência em campo correlacionou-se significativamente com os testes de germinação, primeira contagem de emergência em campo, massa seca de raízes e parte aérea, condutividade elétrica, teste de frio, germinação a baixa temperatura e comprimento de raiz e parte aérea a baixa temperatura. A correlação significativa dos testes de frio e condutividade elétrica com o de emergência em campo foi observada em sementes de milho (TORRES, 1998; KOLLING et al., 2012), milho doce (GUISCHEM et al., 2001), canola (ÁVILA et al., 2005), girassol (BRAZ e ROSSETTO, 2009) e arroz (PEREIRA et al., 2012).

Entretanto, para o teste de frio houve uma baixa correlação ($r = 0,461$), resultados semelhantes aos de Perez (2010), que observou maior sensibilidade do teste em demonstrar o desempenho das sementes de milho híbrido em campo. Os testes de germinação e primeira contagem da germinação correlacionaram significativamente com todos os testes utilizados, exceto o de comprimento da raiz das plântulas. Segundo esse mesmo autor a intensa utilização do teste padrão de germinação e a padronização de seus procedimentos oferecem facilidade no que diz respeito a sua utilização.

Para o teste de condutividade elétrica verificou-se correlação negativa, porém significativa com o teste de emergência de plântulas em campo, demonstrando que aumento nos valores de condutividade elétrica corresponderam à reduções na porcentagem de emergência (Tabela 9). Resultados concordantes com os de Ávila et al. (2005), Pereira et al. (2012) e Silva et al. (2011) ao estudar sementes de canola, arroz e soja, respectivamente.

Também houve correlação significativa entre os dados do teste de germinação a baixa temperatura e os demais testes utilizados, sendo os maiores valores obtidos nos testes de primeira contagem ($r = 0,863$), emergência em campo ($r = 0,769$) e teste de

frio ($r = 0,522$); entretanto verificou-se correlação não significativa com o comprimento das raízes das plântulas do teste realizado em laboratório.

Tabela 9. Correlação entre as variáveis analisadas em sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo nas diferentes operações de beneficiamento.

| | PCEC | TG | PCG | CR | CPA | MSR | MSPA | U |
|------|---------|---------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| EC | 0,645** | 0,695** | 0,174 ^{ns} | 0,133 ^{ns} | 0,227 ^{ns} | 0,569** | 0,495** | -0,133 ^{ns} |
| PCEC | 1,000 | 0,571** | 0,019 ^{ns} | -0,021 ^{ns} | 0,099 ^{ns} | 0,481** | 0,371** | 0,125 ^{ns} |
| TG | | 1,000 | 0,540** | 0,137 ^{ns} | 0,527** | 0,735** | 0,596** | -0,170 ^{ns} |
| PCG | | | 1,000 | 0,097 ^{ns} | 0,603** | 0,359** | 0,343** | -0,083 ^{ns} |
| CR | | | | 1,000 | 0,115 ^{ns} | 0,053 ^{ns} | 0,124 ^{ns} | 0,300* |
| CPA | | | | | 1,000 | 0,381** | 0,493** | -0,005 ^{ns} |
| MSR | | | | | | 1,000 | 0,532** | -0,123 ^{ns} |
| MSPA | | | | | | | 1,000 | -0,064 ^{ns} |
| U | | | | | | | | 1,000 |

Ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t.

| | C | UC | TF | GEA | UAE | UDE | GBT | CRBT | CPABT |
|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| EC | -0,403** | -0,256* | 0,461** | -0,154 ^{ns} | 0,079 ^{ns} | 0,154 ^{ns} | 0,769** | 0,511** | 0,494** |
| PCEC | -0,203 ^{ns} | -0,316* | 0,303* | 0,013 ^{ns} | 0,178 ^{ns} | 0,174 ^{ns} | 0,569** | 0,316* | 0,462** |
| TG | -0,398** | -0,282* | 0,588** | -0,272* | 0,138 ^{ns} | 0,118 ^{ns} | 0,863** | 0,753** | 0,715** |
| PCG | -0,029 ^{ns} | -0,108 ^{ns} | 0,104 ^{ns} | -0,518** | 0,069 ^{ns} | -0,031 ^{ns} | 0,431** | 0,455** | 0,467** |
| CR | -0,035 ^{ns} | -0,145 ^{ns} | -0,091 ^{ns} | -0,109 ^{ns} | 0,246* | 0,132 ^{ns} | 0,127 ^{ns} | 0,077 ^{ns} | 0,057 ^{ns} |
| CPA | -0,077 ^{ns} | -0,228 ^{ns} | 0,175 ^{ns} | -0,423** | 0,281* | 0,063 ^{ns} | 0,342** | 0,454** | 0,492** |
| MSR | -0,459** | -0,209 ^{ns} | 0,488** | -0,128 ^{ns} | 0,148 ^{ns} | 0,083 ^{ns} | 0,662** | 0,565** | 0,537** |
| MSPA | -0,219 ^{ns} | -0,124 ^{ns} | 0,164 ^{ns} | -0,273* | 0,133 ^{ns} | -0,040 ^{ns} | 0,568** | 0,528** | 0,507** |
| U | 0,274* | -0,103 ^{ns} | -0,204 ^{ns} | 0,047 ^{ns} | 0,348* | 0,051 ^{ns} | -0,217 ^{ns} | -0,148 ^{ns} | 0,029 ^{ns} |
| C | 1,000 | 0,176 ^{ns} | -0,365** | -0,013 ^{ns} | 0,258* | 0,018 ^{ns} | -0,341** | -0,156 ^{ns} | -0,133 ^{ns} |
| UC | | 1,000 | -0,330** | 0,044 ^{ns} | -0,157 ^{ns} | 0,069 ^{ns} | -0,236 ^{ns} | -0,190 ^{ns} | -0,196 ^{ns} |
| TF | | | 1,000 | 0,222 ^{ns} | 0,037 ^{ns} | -0,012 ^{ns} | 0,512** | 0,584** | 0,435** |
| GEA | | | | 1,000 | -0,084 ^{ns} | 0,080 ^{ns} | -0,342** | -0,228 ^{ns} | -0,405** |
| UAE | | | | | 1,000 | 0,115 ^{ns} | 0,067 ^{ns} | 0,053 ^{ns} | 0,219 ^{ns} |
| UDE | | | | | | 1,000 | 0,130 ^{ns} | -0,001 ^{ns} | -0,060 ^{ns} |
| GBT | | | | | | | 1,000 | 0,722** | 0,685** |

CRBT

1,000

0,721**

Ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t.

Emergência em campo (EC); primeira contagem de emergência em campo (PCEC); teste de germinação (TG); primeira contagem de germinação (PCG); comprimento da raiz (CR); comprimento da parte aérea (CPA); massa seca da raiz (MSR); massa seca da parte aérea (MSPA); umidade (U); condutividade elétrica (C) umidade da condutividade elétrica (UC); teste de frio (TF); germinação do envelhecimento acelerado (GEA); umidade antes do envelhecimento acelerado (UAE); umidade depois do envelhecimento acelerado (UDE); germinação a baixa temperatura (GBT); comprimento da raiz a baixa temperatura (CRBT); comprimento da parte aérea a baixa temperatura (CPABT).

5. CONCLUSÕES

O beneficiamento das sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo nas peneiras 20, 22 e 24 reduz a germinação e vigor;

As sementes de milho cv. BR 5011-Sertanejo de melhor qualidade fisiológica são aquelas obtidas na máquina de ar e peneiras, bem como na mesa de gravidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM 2012. **Associação Brasileira de Sementes e Mudas**. Portaria nº. 354, 6/12/2012. Publicação: D.O.U. do dia 06/12/12 - Seção 1. Brasília – DF, 2012. 2-3P.

ARAÚJO, E.F.; MEIRELES, R.C.; REIS, L.S.; MAURI, A.L.; DAVID, A.M.S. Uso de peneiras e da mesa gravitacional na classificação e na qualidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n.8, especial café, p.24-28, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor test committee. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln, 1983. 88p. (Contribution, 32).

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MARTORELLI, D.T.; ALBRECH, L.P. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.1, p.62-70, 2005.

BARROS, A.S.R.; DIAS, M.C.L.; CÍCERO, S.M.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.5.1-5.13.

BRANCÃO, M.F.; PONTE, E.M.; FARIAS, C.R.J.; BERNARDI, N.L.; ROSSETO, E.A. Qualidade sanitária de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) no Estado do Rio Grande do Sul: safras 2004 e 2005. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.265-271, 2008.

BRAND, S.C.; ANTONELLO, L.M.; MUNIZ, M.F.B.; M.D.; RODRIGUES, J. Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. In: XVI Congresso de Iniciação Científica, Pesquisa e Responsabilidade Ambiental, **Anais...** Santa Maria, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRAZ, M.R.S.; ROSSETO, C.A.V. Correlação entre teste para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p.2004-2009, 2009.

BORGES, J.W.M.; MORAES, E.A.; VIEIRA, M.G.G.C. Efeitos do beneficiamento sobre a viabilidade da semente de feijão armazenada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.2, p.135-138, 1991.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP: Jaboticabal, 2012. 590p.

COIMBRA, R.A.; MARTINS, C.C.; TOMAZ, C.A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2402-2408, 2009.

CONCEIÇÃO, P.M.; SEDIYAMA, C.A.; VIEIRA, F.R.; GALVÃO, C.; CORRÊA, M.L.P.; CONCEIÇÃO, P.S. Estimativa do vigor de sementes de milho através da avaliação do sistema radicular de plântulas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.4, p.597-603, 2012.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2012**. Brasília: CONAB, 2012. 41p.

DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Teste de germinação a baixa temperatura. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.71-74.

DOUGLAS, J.E. **Programa de semillas, guía de planeación y manejo**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982. 359p.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Disponível em: [http:// WWW. Infoteca. Cnptia. Embrapa.br/bitsream/doc/487307/1MilhoBR5011.pdf](http://WWW.Infoteca.Cnptia.Embrapa.br/bitsream/doc/487307/1MilhoBR5011.pdf). Acesso em: 09 dez. 2011.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia. Embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importância.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.Embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm). Acesso em: 06 jan. 2013.

FESSEL, S.A.; SADER, R.; PAULA, R.C.D.; GALLI, J.A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.2, p.70-76, 2003.

FERREIRA, R. L.; SÁ, M. E. Contribuição de etapas do beneficiamento na qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 32, n. 4, p. 99-110, 2010.

FREITAS, V.I.C.; JUNIOR, J.G.; SEGUNDO, J.P.; VILARINHOS, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v.32, n.1, p.209-217, 2011.

GIOMO, G.S.; NAKAGAWA, J.; GALLO, P.B. Beneficiamento de sementes de café e efeitos na qualidade fisiológica. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.1011-1020, 2008.

GOMES JÚNIOR, F.G. **Injúrias mecânicas em sementes de milho doce**. 2009. 130f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.

GRABE, D.F. Measurement of seed vigor. **Journal of Seed Technology**, Springfield. v.1, n.2, p.18-31, 1976.

GUISCHEM, J.M.; ZUCARELI, C.; NAKAGAWA, J.; ZANOTTO, M.D. Correlação de teste de vigor com emergência no campo e germinação em laboratório em sementes de milho doce BR 400 (gene BT). **Informativo ABRATES**, Brasília, v.11, n.2, p.107, 2001.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). **Handbook of vigour test methods**. Zurich, Switzerland, 1981. 72p.

KOLLING, E.M.; TROGELLO, E.; MODOLO, A.J.; DALLACORT, R. Análises técnica e funcional de um sistema de beneficiamento de cereais operando com milho safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.11, n.2, p. 202-208, 2012.

LOPES, M.M.; PRADO, M.O.D.; SADER, R.; BARBOSA, R.M. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.2, p.230-238, 2011.

LOUREIRO, D.R.; FERNANDES, H.C.; TEIXEIRA, M.M.; LEITE, D.M.; FERNANDES, L.S. Perdas germinativas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzido e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.4, p.1351-1358, 2012.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCHI, J.L.; MENTEN, J.O.M.; DUARTE, M.H.; MOURE, S.C. Relação entre danos mecânicos, tratamento fungicida e incidência de patógenos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.5, n.3, p.351-358, 2006.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRYZANOWSK, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.3.1-3.24.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 425p.

MARINI, P.; MORAES, C.L.; MARINI, N.; MORAES, D.M.; AMARANTE, L. Alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de arroz submetidas ao estresse térmico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.4, p.2090-3000, 2012.

MARQUES, O.J.; DALPASQUALE, V.A.; FILHO, P.S.V.; SCAPIM, C.A.; RECHE, D.L. Danos mecânicos em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p.565-576, 2011.

MENEZES, N.L.; JUNIOR, I.L.; STORCK, L. Qualidade física e fisiológica das sementes de milho após o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.3, p.97-102, 2002.

MERTZ, L.M.; HENNING, F.A.; MAIA, M.S.; MENEGHELLO, G.E.; HENRIQUES, A.; MADAIL, R. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.1-7, 2007.

MONDO, V.H.V.; JUNIOR, F.G.G.; PUPIM, T.L.; CICERO, S.M. Avaliação de danos mecânicos em sementes de feijão por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.2, p.27-35, 2009.

NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.S. Teste para avaliação do potencial fisiológico de sementes de alface e sua relação com a germinação sob temperaturas adversas. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.175-179, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

RIBEIRO, D.M.; BRAGANÇA, S.M.; GONELI, A.L.D.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes em milho-pipoca (*Zea mays*. L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.6, p.772-776, 2009.

RIVERA, C.; ARIEL, A.; RENZO, V.P.; PEREIRA, G.A. Qualidade fisiológica de sementes de milho sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.10, n.4, p.247-256, 2012.

PEREIRA, C.E.; ALBUQUERQUE, K.S.; OLIVEIRA, J.A. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz ao longo da linha de beneficiamento. **Semina: Ciência Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.2995-3002, 2012.

PERES, W.R.L. **Teste de vigor em sementes de milho**. 2010. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. 645p.

RIBEIRO, D.M.; BRAGANÇA, S.M.; GONELI, A.L.D.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Teste de condutividade elétrica para avaliar o vigor de sementes em milho-pipoca (*Zea mays* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.6, p.772-776, 2009.

SANTOS, S.B.; MARTINS, M.A.; FARONI, L.R.A.; BRITO, V.R.J. Perda de matéria seca em grãos de milho armazenados em bolsas herméticas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.4, p.674-682, 2012.

SILVA, R.P.; TEIXEIRA, I.R.; DEVILLA, I.A.; REZENDE, C.R.; SILVA, G.C. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L.) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.4, p.1219-1230, 2011.

SILVEIRA, J.F.; VIEIRA, M.G.G.C. Beneficiamento de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.9, p.50-56, 1982.

TORRES, S.B. Teste de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.55-59, 1998.

VASQUEZ, G.H.; ORIVALDO, A.R.F.; SARGI, B.A.; PESSOA, A.C.O. Influência do tamanho e da forma da semente de milho sobre o desenvolvimento da planta e a produtividade de grãos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.1, p.16-24, 2012.

VERONESI, C.O.; SOUZA, C.M.; SERRA, A.P.; RAFULL, L.Z.; SILVA, C.J.; ROSS, V.V. Viabilidade econômica do processo mecanizado de colheita e beneficiamento de sementes de pinhão manso em diferentes estádios de maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.6, p.2047-2056, 2012.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.